

Рисунок 2 – Зависимость конечной влажности от времени суши и вакуума

Результаты исследований показывают, что при сушке цинка углекислого в обогреваемой паром сушилке под вакуумом 0,04 МПа требуемое время, для достижения конечной влажности продукта 2%, на $(11-8)/100/11=27,3\%$ меньше, чем при сушке при атмосферном давлении, что является значительным резервом снижения энергоемкости.

Расчетное годовое снижение энергозатрат при сушке под вакуумом, по сравнению с сушкой при атмосферном давлении составляет $12 \cdot 10^8$ кДж/год.

ВЫВОДЫ

1. Исследования сушки цинка углекислого в обогреваемой паром сушилке, проведенные в промышленных условиях показали, что при сушке под вакуумом 0,04 МПа, снижение времени суши составляет 27,3%. При этом расчетное снижение энергозатрат составляет $12 \cdot 10^8$ кДж/год.

2. Предложено для реанимации процесса вакуумной суши установить на вакуумпроводе после сушилки аппарат для мокрой очистки паров от пыли.

3. Рассмотрена конструкция аппарата для очистки паров от пыли, конструкция которого позволяет регулировать вакуум в сушилке и, при необходимости, поддерживать его постоянным.

УДК 678.073.002.68

ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССОВ СУШКИ В ТЕХНОЛОГИИ УТИЛИЗАЦИИ ПОЛИМЕРНЫХ ОТХОДОВ

С.И. Бухкало
S.I. Bukhkalov

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»,
Украина, Харьков,
(e-mail: bis.khr@gmail.com)

National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Ukraine, Kharkiv

Аннотация: Утилизация и переработка полимерных отходов в статье представлена как комплексное исследование и анализ энерго- и ресурсосберегающих процессов переработки полимерных отходов различного происхождения. Исследования направлены

на изучение таких вопросов как: классификация полимерных отходов; выбор научно-обоснованных методов переработки подлежащих утилизации полимеров; разработка необходимых технологических схем с учетом особенностей оборудования для переработки полимерных отходов; выбор предприятий для реализации утилизации полимеров и вида энергетических ресурсов для реализации этих проектных решений.

Abstract: The problem of wastes utilization and recycling is present as complex research and analysis of energy- and resource saving processes for treatment of polymer wastes of various origin. The investigation are focused in researching such problems as organization of waste collection, identification of wastes according to adapted polymers classification; selection of scientific based methods of wastes to be utilized or recycled; the development of appropriated process flow sheets and choice equipment for polymers waste recycling. The choice of appropriate plants with selected energy resources is very important for projects realization.

Ключевые слова: полимерные отходы, энерго и ресурсосберегающие процессы, технология идентификации, утилизация, твердые бытовые отходы, комплексные инновационные проекты

Keywords: polymer waste, energy and resources saving processes, identification technology, recycling, solid waste, integrated innovation projects

Система утилизации твердых бытовых отходов (ТБО), с нашей точки зрения, – это научно-обоснованный выбор стадий технологического процесса для реализуемых проектов с целью обеспечения минимума или полного отсутствия выбросов, а также производства максимума целевых конечных продуктов или сырья. Наиболее полно эти задачи могут быть достигнуты при использовании системы автоматической идентификации, сортировки и раздельной одностадийной или многостадийной переработки различных видов отходов при помощи современных комплексных технологий с учетом особенностей энергоэффективной работы оборудования [1, 2]. Комплексные разработки процессов переработки полимерных отходов неразрывно связаны с их мойкой и дальнейшей сушкой, следовательно, и с изучением основных закономерностей тепло- и влагопереноса в полимерных отходах, извлеченных из ТБО. Совокупность знаний по тепло- и влагопереносу, физико-химическим свойствам и о формах связи влаги с влажными материалами дает возможность определить оптимальный режим переработки полимерного материала из ТБО. Однако реализация оптимального режима при создании конкретных устройств по переработке полимерных материалов из ТБО требует детальных исследований в области термодинамики влажного воздуха, теплопередачи и ряда разделов переработки полимеров; основные специфические возможности процессов и аппаратов в технологии утилизации полимерных отходов обозначены необходимыми показателями в цикле предыдущих работ. В соответствии с постановкой задачи исследований нами предлагается новый подход к организации технологических процессов переработки полимерных отходов с учетом полученных нами теоретических и практических результатов. Рассматривается одностадийная утилизации, а именно технология агломерирования пленочной упаковки. Агломератор – это аппарат, который представляет собой цилиндрическую емкость, снабженную высокоскоростной лопастной мешалкой с системой ножевых элементов. В агломераторе осуществляются следующие операции: разогрев материала до температуры пластичности; дробление и доотмывка; сушка и агломерирование (рис.1). В этом аппарате возможно совмещать четыре операции, он удобен для переработки полимерной упаковки, так как она не имеет существенных загрязнений и не требует предварительного крупного измельчения. На рис. 2 представлены основные характеристики процесса агломерации вторичного полиэтилена из пленочных отходов. Основные показатели – загрязненность и влажность пленки вместе с технологическими показателями процесса – температурой и потребляемой мощностью даны в координатах времени, с разбивкой времени по стадиям. Первой ста-

дией процесса является загрузка. В том случае, если загружается не дробленое полотно, то процесс ведется по определенному графику, предусматривающему быструю подачу на первых минутах так, чтобы на последних минутах скорость загрузки не менее, чем в два раза превосходила производительность аппарата. Режущим рабочим органом агломератора являются ножи, установленные на лопастях мешалки. При быстром вращении ножи измельчают материал, а непрерывно подаваемая вода, одновременно, осуществляет отмывку. Такой метод совмещения дробления и отмывки снижает остаточную загрязненность материала до 0,15 % (рис. 2, кривая 4, %), тогда, как при других способах отмывки загрязненность была на порядок выше. Отмывка происходит в течение всего времени дробления материала. После завершения дробления и отмывки, прекращают подачу промывной воды, при этом оставшаяся промывная вода центробежной силой отжимается через специальные отверстия, прикрытые сеткой в нижней части корпуса. Остаточная влажность, в зависимости от размеров дробленых частиц составляет от 20 до 40 %. После отмывки начинается наиболее энергоемкая стадия процесса – сушка. Длительность ее определяется влажностью материала (рис. 2, кривая 3) и потребляемой мощностью. Целесообразно использовать по возможности менее влажный материал при наиболее полной загрузке аппарата. Часто энергия затрачивается на разогрев материала путем трения. Скорость разогрева и сушки зависят также от геометрии рабочих органов и степени заточки ножей. Кривая 1 потребляемой мощности агломератора (рис. 2) имеет два максимума – на стадии первичного измельчения до подъема температуры и второй максимум в области конечного дробления при нагревании до состояния вынужденной эластичности. Завершение агломерации при выбранных режимных условиях происходит за 35 мин, а потребляемая мощность аппарата составляет 15,5 кВт/ч при загрузке полиэтилена 10 кг/ч и средней насыпной плотности 130 кг/дм³.

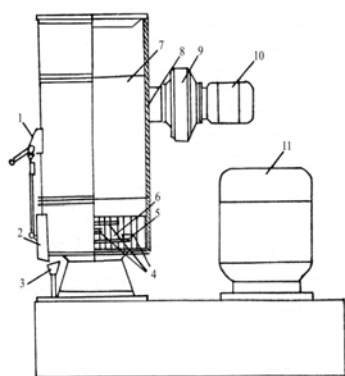


Рис. 1 – Роторный агломератор с приводом

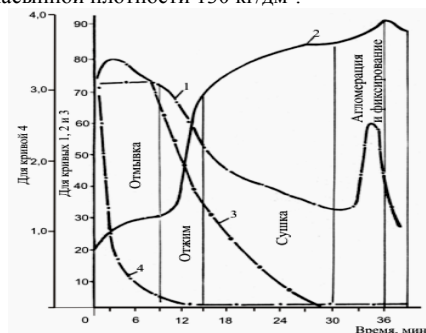


Рис. 2. Режимные параметры работы агломератора

Дробление и агломерация это совмещенные операции, дробление в пластическом состоянии предполагает доразогрев после сушки. Сушка агломерата (рис. 2) заканчивается полностью на 30 минуте, после этого появляется второй пик разогрева (кривая 2,) и второй максимум потребления мощности, что связано с измельчением в пластическом состоянии. Что касается отмывки, то она, в основном, завершается на 14 минуте, дальнейшая обработка, практически, не отражается на загрязненности материала. Процесс агломерации завершается впрыском небольших количеств воды для снижения температуры агломерата и фиксации размера частиц. Агломераты из отходов полимеров можно использовать как самостоятельный продукт при дальнейшей переработке в изделия методом литья под давлением или экструзии, а также как промежуточный тех-

нологический процесс для получения гранулированного вторичного сырья. Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод, что совмещать процессы агломерации с сушкой (при влажности выше 5 %) нецелесообразно из-за возможного снижения качества получаемого вторичного сырья, или необходимо проводить этот процесс с введением антиоксидантов, которые способствуют сохранению качества полимерных отходов упаковки.

Список литературы

1. Бухкало С.И. К вопросу энергосбережения процесса агломерирования полимерной упаковки // Интегрированные технологии и энергосбережение. 2005. № 2. С. 29-33.
2. Бухкало С.И. Деякі аспекти екологічної безпеки полімерної тари та пакування харчової промисловості / Наукові праці ОНАХТ. – Одеса, 2014. Вип. 45. Т. 3. – С. 76–79.